

Karagöl'ün (Dağ Gölü, İzmir-Türkiye) Alg Florası ve Çevresel Koşullarının Mevsimsel Değişimi

*Haşim Sömek, Süleyman Balık

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye
*E-mail: hasim.somek@ege.edu.tr

Abstract: Seasonal variation of Algal flora and Environmental conditions of Karagöl (A Mountain Lake, İzmir-Turkey). The aims of this paper are to investigate the algal flora of Karagöl and to determine algal succession. Between August 2002 and July 2003, algae and water samples were taken from Karagöl by monthly intervals. At the end of the study, totally 88 taxa belonging to Cyanophyta (18 taxa), Chromophyta (46 taxa), Chlorophyta (20 taxa), Dinophyta (1 taxon), Cryptophyta (1 taxon) and Euglenophyta (2 taxa) were identified. Among them, 30 taxa were recorded for the first time from Karagöl. Details of environmental parameters measured in the lake are also presented in the text. Monthly averages of TSI ranged between 40 and 59. These parameters and the algological data indicated that trophic state of Karagöl was eutrophic.

Key Words: Karagöl, Mountain lake, Algal flora, Seasonal variation, Trophic status.

Özet: Bu çalışmada, Karagöl'ün alg florasının araştırılması ve alglerin mevsimlere göre değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ağustos 2002-Temmuz 2003 ayları arasında, aylık periyotlarla alg ve su örnekleri alınmıştır. Araştırma sonunda, Cyanophyta (18 takson), Chromophyta (46 takson), Chlorophyta (20 takson), Dinophyta (1 takson), Cryptophyta (1 takson) ve Euglenophyta (2 takson) bölümlerinden toplam 88 alg taksonu tayin edilmiştir. Alg taksonlarından 30'u Karagöl için yeni kayıttır. Karagöl'de ölçülen çevresel parametrelerin ayrıntıları metin içinde verilmiştir. Aylık ortalama TDI değerleri ise 40-59 arasında saptanmıştır. Tespit edilen çevresel parametreler ve biyolojik bulgular Karagöl'ün ötrof nitelikte olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karagöl, Dağ gölü, Alg florası, Mevsimsel değişim, Trofik durum.

Giriş

Algler fotosentetik organizmalar olarak, zengin biyolojik çeşitliliğe sahip sucul ekosistemlerin üyeleri içerisinde önemli bir grubu temsil etmektedirler. Bunun nedeni, alglerin mikroskobik canlılardan balıklara ve oradan da insana kadar uzanan besin zincirinde, başta klorofil olmak üzere sahip oldukları fotosentetik pigmentler yoluyla birincil üretimi gerçekleştirmeleri ve zincirin ilk halkasını oluşturmalarıdır. Dünya üzerinde suların kapladığı alan dikkate alındığında, algler dünya çapındaki toplam birincil üretimin büyük bir kısmını karşılarlar ve sucul organizmaların hepsi doğrudan veya dolaylı bu üretime bağımlıdır.

İçsular bakımından zengin bir potansiyele sahip olan yurdumuzda, tatlısu algleri üzerine ilk çalışmalar 1940' lı yılların sonlarından itibaren başlamıştır (Geldiay 1949, Gessner 1957, Güner 1969, Geldiay ve Tareen 1972). 1980' li yıllardan sonra araştırmacıların sayısı artmış olup, günümüze değin Türkiye'nin çeşitli tatlısu ekosistemlerinin (göller, akarsular, baraj gölleri vs.) alg kompozisyonlarının ve mevsimsel değişimlerinin belirlenmesine yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır (Cirik-Altındağ 1982, Aykulu ve diğ. 1983, Obalı ve diğ. 1989, Gönüloğlu ve Çomak, 1992, Kılınç 1998, Şahin 2000, Aysel ve diğ. 2002, Albay ve Akçalan 2003, Çetin ve Şen 2004, Sömek ve diğ. 2005, Çevik ve diğ. 2007, Çelik ve Ongun 2008). Yayınlanmış Türkiye tatlısu algleri kontrol listelerine göre ülkemiz içsularından 2030 alg taksonu bildirilmiştir (Gönüloğlu ve diğ. 1996, Aysel, 2005).

Karagöl'ün alg taksonlarının veya fitoplankton kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla geçmişte bir kaç araştırma yapılmıştır (Güner 1969, Cirik ve Cirik 1989, 1990). Bu çalışmalardan günümüze değin 10 yılı aşkın bir sürenin geçmesi, bu araştırmayı gerçekleştirmemizi yönünde bizi teşvik etmiştir. Bu araştırmayla, Karagöl'ün alg kompozisyonunun detaylı olarak incelenmesi ve aylık değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte, gölün fiziko-kimyasal özellikleri ve trofik durumu da belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

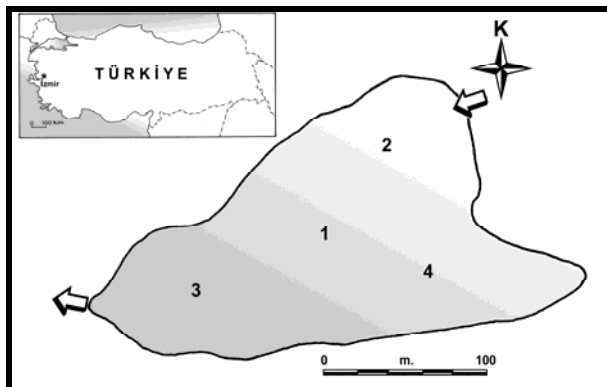
Karagöl İzmir ilinin kuzeyinde, Yamanlar Dağı üzerinde ve 27°13'00" K enlemi - 38°33'30" D boylamında yer alan küçük bir dağ gölüdür. Ağustos 2002 ve Temmuz 2003 tarihleri arasında, Karagöl'de belirlenen dört istasyondan aylık alg örnekleme ve göl suyunun fiziko-kimyasal özelliklerinin tespiti için su örnekleme yapılmıştır (Şekil 1).

Gölün orta kesiminde yer alan 1. istasyondan sadece horizontal ve vertikal örnekleme gerçekleştirilmiştir. 2., 3. ve 4. istasyonlardan horizontal ve vertikal örnekleme yanı sıra, littoral bölgedeki epilimnik ve epifimnik alglerden de örnek alınmıştır. Horizontal ve vertikal örnekleme 60 µm göz açıklığında ve ağız çapı 25 cm olan plankton kepçesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Epilimnik ve epifimnik alglerin toplanması için ise, 55 µm göz açıklığındaki fırçalı el kepçesi kullanılmıştır. Örnekler plastik şişeler içinde, % 4'lük formaldehit ile tespit edilmiştir.

Alg taksonlarının tayininde Bourrelly (1968, 1970), Bourrelly ve Couté (1991), Cirik-Altındağ (1982, 1984), Compère (1986), Czurda (1932), Desikachary (1959), Fott (1969), Heering (1914), Huber-Pestalozzi (1938, 1941, 1942, 1961, 1972), Legnerova (1969), Lemmermann ve diğ. (1915), Philipose (1967), West ve West (1904–1922), gibi araştırmacıların eserlerinden yararlanılmıştır. Taksonların nispi bolluk dereceleri belirlenmiş ve dominant (\blacktriangle), subdominant (\triangle) ve mevcut (+) olarak sınıflandırılmıştır.

Su derinliği ve ışık geçirgenliği (IG) ölçümlerinde, 30 cm çapında standart secchi diski kullanılmıştır. Su sıcaklığı, elektrik iletkenliği (Eİ, 25°C) için YSI 30 model SCT metre, çözülmüş oksijen (ÇO) için WTW Oxi 330 model oksijen metre ve pH ölçümleri için WTW pH 330 model pH metre kullanılmıştır. Göl suyunun kimyasal özelliklerini tespit etmek amacıyla her istasyondan önfilter edilerek yüzeyden su örnekleri alınmış ve 1 lt.'lik polietilen şişelerde laboratuvara getirildikten sonra analizleri yapılmıştır. Su örneklerinde Kalsiyum, Magnezyum ve sertlik analizleri titrasyon yöntemi (EDTA) ile Nitrit (sulfanilamid yöntemi), Nitrat (hidrazin sulfat yöntemi), Amonyum (fenol hipoklorit yöntemi), Fosfat (fosfomolibdik asit yöntemi) ve Silikat (silikomolibdat yöntemi) analizleri ise spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir (Apha-Awwa-Wpcf, 1995, Egemen ve Sunlu 1999). Klorofil a (Chl a) tayini ise fluorometrik olarak (Tuner 10 AU Fluorometre) yapılmıştır.

Karagöl'ün trofik durumunu saptamak için Carlson'un (1977) geliştirdiği ve sudaki toplam fosfor (TP, $\mu\text{g}/\text{lt}$), klorofil a (Chl a, $\mu\text{g}/\text{lt}$) ve secchi derinliğine (SD, m) dayalı olan Trofik Durum İndeksi (TDİ) yöntemi kullanılmıştır. TDİ değerleri <30 veya 30-40 ise oligotrof, 40-50 ise mezotrof, 50-70 ise ötrof ve 70-80 veya >80 ise hiperötrof olduğu bildirilmiş olup, TDİ değerlerinin hesaplanmasında ise, aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır (Carlson ve Simpson, 1996): $\text{TDİ}_{(\text{SD})} = 60 - 14.41 \ln(\text{SD})$, $\text{TDİ}_{(\text{Chl a})} = 9.81 \ln(\text{Chl a}) + 30.6$, $\text{TDİ}_{(\text{TP})} = 14.42 \ln(\text{TP}) + 4.15$.

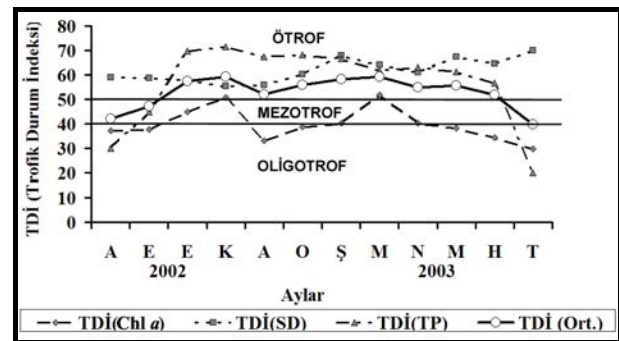


Şekil 1. Karagöl ve örnekleme yapılan istasyonlar.

Bulgular

Karagöl'de gerçekleştirdiğimiz ölçümlerde (Tablo 2), maksimum derinlik Mart ayında (4. istasyon) 7.7 m olarak

saptanmıştır. Gölün doğu kesiminde bulunan 2. istasyon ise makrofitlerin iyi geliştiği ve littoral bölgenin genişlediği en sığ istasyon olarak tespit edilmiştir. IG en fazla 1.6 m ile Kasım ayında, en az 0.5 m ile Şubat, Mayıs ve Temmuz aylarında ölçülmüştür. Yüzey sularında en fazla sıcaklık Temmuz ayında 24.9 °C, en az sıcaklık ise Aralık ayında 2.9 °C olarak tespit edilmiş olup, Aralık ve Ocak aylarında göl aynasının buz tuttuğu gözlemlenmiştir. Ortalama pH 6.5-9.5 arasında değişim göstermiştir. En fazla ÇO Şubat ayında 9.5 mg/lt, en az ise, Ekim ayında 3.3 mg/lt olarak ölçülmüştür. Eİ 169-269 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişim göstermiştir. Ca^{++} ve Mg^{++} miktarlarına bakıldığında sırasıyla 24.1-64.1 mg/lt arasında ve 4.9-77.8 mg/lt arasında değiştiği görülmektedir. Ölçülen en yüksek klorofil a miktarı Kasım ayında 9.3 $\mu\text{g}/\text{lt}$, en düşük ise Aralık ayında 0.9 $\mu\text{g}/\text{lt}$ olmuştur. $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarları 1.9-638.8 $\mu\text{g}/\text{lt}$ arasında ve mevsimlere bağlı olarak, inişli çıkışlı bir değişim göstermiştir. $\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$ miktarları 0.6-153.7 $\mu\text{g}/\text{lt}$ arasında değişmiş ve ortalama değerler Kasım-Temmuz aylarında en yüksek seviyelere ulaşmıştır. $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ miktarlarının 2.7-111.6 $\mu\text{g}/\text{lt}$ arasında değiştiği ve ortalama değerlerin Kasım ayında doruk noktaya ulaştığı tespit edilmiş olup, Temmuz ve Ağustos aylarında ise en düşük değerler ölçülmüştür. $\text{SiO}_2\text{-Si}$ miktarları 0.8-10.9 mg/lt değişmiş olup, ortalama silikat değerlerinin Ağustos ve Şubat aylarında yüksek, Nisan-Temmuz arasındaki aylarda ise oldukça düşük miktarlarda tespit edilmiştir. Ortalama TDI değerlerinin 40-59 arasında değiştiğini belirlediğimiz Karagöl'ün, Ağustos, Eylül ve Temmuz ayları hariç, yılın büyük bir döneminde ötrofik bir karakter sergilediği görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Karagöl'deki trofik durum indeksi değerlerinin aylık değişimi.

Karagöl'de örnekleme periyodu süresince 18'i Cyanophyta, 46'sı Chromophyta (44'ü Bacillariophyceae, 1'i Chyrsophyceae, 1'i Tribophyceae), 20'si Chlorophyta, 1'i Dinophyta, 1'i Cryptophyta ve 2'si Euglenophyta bölümlerine ait olmak üzere, toplam 88 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlardan *Aphanizomenon flos-aquae*, *Pseudanabaena constricta*, *P. mucicola*, *Spirocoleus tenuis* (Cyanophyta); *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *A. italica* var. *valida*, *Encyonema minutum*, *Fragilaria biceps*, *F. danica*, *F. ulna* var. *spathulifera*, *Cymatopleura elliptica*,

Melosira varians, *Navicula virudula*, *Neidium binodis*, *Nitzschia amphibia*, *N. baccata*, *N. palea*, *N. tryblionella*, *Pinnularia nobilis*, *Suriella angusta*, *S. robusta*, *Salpingoeca frequentissima* (Chromophyta); *Closterium acerosum*, *Eudorina elegans*, *Oocystis solitaria*, *Scenedesmus abundans*, *Planktonema lauterbornii* (Chlorophyta); *Cryptomonas ovata* (Chryptophyta); *Phacus longicauda* (Euglenophyta) olmak üzere 30'u Karagöl için yeni kayıttır. Karagöl'de geçmişten günümüze alg gruplarının değişimine bakıldığında mikrofloranın genel olarak Cyanophyta, Chromophyta (\approx % 95 Bacillariophyceae), Chlorophyta üyelerinden oluştuğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Karagöl'de geçmişten bugüne alg gruplarının durumu.

	Güner (1969)	Cirik (1989, 1990)	Bu çalışma
Cyanophyta	12	12 (8)	18 (4)
Chromophyta	20	36 (25)	46 (19)
<i>Bacillariophyceae</i>	19	36 (25)	44 (18)
<i>Chyrsophyceae</i>	0	0	(1)
<i>Tribophyceae</i>	1	0	1
Chlorophyta	12	16 (15)	20 (5)
Cryptophyta	0	0	(1)
Euglenophyta	0	(2)	2 (1)
Dinophyta	0	(1)	1
Toplam	43 takson	67 (51) takson	88 (30) takson

(...) göl için yeni kayıt.

Tablo 2. Karagöl'de ölçülen fiziko-kimyasal parametreler ve aylık değişimi.

		2002			A Y L A R				2003				
		Ağ	Ey	Ek	Ka	Ar	Oc	Şu	Ma	Ni	My	Ha	Te
Derinlik (m)	En az	2.4	2.7	2.8	2.8	2.9	3.8	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	3.2
	En çok	5.7	6.0	6.2	6.2	6.4	7.3	7.5	7.7	7.5	7.4	7.5	6.5
	Ort.	4.3	4.5	4.7	4.7	4.9	5.7	6.0	6.1	5.9	5.8	5.8	4.9
IG (m)	En az	1.0	1.0	1.1	1.3	1.2	0.9	0.5	0.7	0.9	0.5	0.7	0.5
	En çok	1.2	1.2	1.2	1.6	1.5	1.0	0.6	0.9	1.0	0.7	0.8	0.5
	Ort.	1.1	1.1	1.2	1.4	1.3	1.0	0.6	0.8	0.9	0.6	0.7	0.5
Sıcaklık (°C)	En az	21.7	17.6	12.7	10.5	2.9	5.9	5.9	9.5	10.9	16.2	24.1	24.0
	En çok	22.1	17.9	13.3	11.0	3.9	6.1	7.8	11.0	11.8	16.9	24.8	24.9
	Ort.	21.8	17.8	13.0	10.7	3.3	6.0	7.0	10.5	11.3	16.4	24.5	24.4
ÇÖ (mg/lt)	En az	5.4	7.0	3.3	5.8	7.7	7.3	8.4	8.0	8.2	7.9	7.8	5.5
	En çok	6.0	7.8	3.6	6.5	8.0	7.7	9.5	9.3	8.6	9.4	8.6	5.7
	Ort.	5.8	7.3	3.5	6.2	7.9	7.5	8.7	8.8	8.4	8.5	8.2	5.6
pH	En az	7.7	7.4	6.2	7.0	7.2	7.4	7.1	7.7	6.6	9.4	9.1	8.8
	En çok	8.1	7.8	6.7	7.2	7.4	7.9	7.2	7.9	7.0	9.7	9.6	8.9
	Ort.	7.9	7.6	6.5	7.1	7.3	7.7	7.1	7.7	6.8	9.6	9.4	8.9
E _l 25°C (µs/cm)	En az	239	240	251	247	230	204	169	177	180	202	226	208
	En çok	249	269	262	249	259	220	176	242	203	217	250	217
	Ort.	243	252	257	248	239	210	172	200	188	208	232	213
Ca ⁺⁺ (mg/lt)	En az	32.1	40.1	40.1	32.1	32.1	32.1	32.1	32.1	32.1	32.1	24.1	24.1
	En çok	64.1	56.1	48.1	64.1	48.1	64.1	48.1	48.1	48.1	40.1	56.1	32.1
	Ort.	46.1	44.1	42.1	48.1	40.1	44.1	44.1	44.1	40.1	36.1	40.1	30.1
Mg ⁺⁺ (mg/lt)	En az	14.6	19.5	29.2	19.5	9.7	9.7	19.5	9.7	9.7	4.9	9.7	19.5
	En çok	38.9	43.8	73.0	77.8	48.6	38.9	29.2	58.4	24.3	19.5	19.5	38.9
	Ort.	24.3	31.6	42.6	51.1	34.0	21.9	24.3	29.2	20.7	10.9	13.4	26.8
Klorofil a (µg/lt)	En az	1.5	2.0	3.8	7.1	0.9	1.9	2.3	8.5	2.1	1.5	1.3	0.5
	En çok	2.5	2.1	4.9	9.3	1.5	2.9	3.0	9.1	3.1	2.8	1.7	1.8
	Ort.	1.9	2.1	4.3	7.9	1.3	2.3	2.7	8.7	2.7	2.2	1.5	0.9
NO ₂ -N + NO ₃ -N (µg/lt)	En az	15.1	1.9	0.6	78.3	34.4	6.3	3.8	1.3	0.6	2.5	1.3	134.4
	En çok	26.0	4.4	6.9	87.6	65.1	10.0	10.0	5.0	1.3	8.1	6.3	153.7
	Ort.	20.4	3.3	3.3	83.9	51.1	8.0	6.9	3.8	0.9	4.8	3.4	139.6
NH ₄ -N (µg/lt)	En az	198.7	115.5	281.1	3.8	3.8	230.0	124.9	7.6	10.4	2.8	373.8	1.9
	En çok	510.1	201.6	638.8	18.9	11.4	377.6	177.9	40.7	24.6	8.5	477.9	9.5
	Ort.	321.5	166.6	492.4	10.7	8.5	311.4	156.2	21.5	15.6	5.4	419.6	5.0
PO ₄ -P (µg/lt)	En az	5.3	15.9	87.7	101.0	70.4	69.1	66.4	43.8	47.8	42.5	26.6	2.7
	En çok	8.0	18.6	105.0	111.6	94.3	103.6	82.4	62.4	65.1	61.1	43.8	4.0
	Ort.	6.0	16.9	94.7	107.0	81.0	85.7	76.4	54.1	59.8	52.8	38.2	3.0
SiO ₂ -Si (mg/lt)	En az	6.5	6.6	5.4	4.7	3.9	4.2	8.8	4.3	0.9	0.9	0.8	2.0
	En çok	10.9	8.9	7.9	5.9	6.4	8.2	9.5	8.6	1.6	1.5	1.5	2.1
	Ort.	9.0	8.3	7.0	5.3	5.5	5.8	9.0	6.4	1.3	1.3	1.1	2.0

Tablo 3' ün devamı.

TAKSONLAR	2002		AYLAR				2003					
	Ağ	Ey	Ek	Ka	Ar	Oc	Şu	Ma	Ni	My	Ha	Te
Bacillariophyceae												
<i>Gomphoneis olivaceum</i> (Hornemann) P. Dawson ex R. Ross & Sims				+	+	+						
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg		+	+			+						+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+	+			+	+	+	
◆ <i>Melosira varians</i> C. Agardh		+	+			+			+			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing			+				+					
◆ <i>Navicula viridula</i> (Kützing) Kützing			+									
◆ <i>Neidium binodis</i> (Ehrenberg) Hustedt		+										
◆ <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow		+		+								
◆ <i>Nitzschia baccata</i> Hustedt		+										
◆ <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith				+	+				+			
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
◆ <i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch	+	+	+			+		+		+	+	+
<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve	+		+	+		+				+	+	+
◆ <i>Pinnularia nobilis</i> Ehrenberg			+	+		+				+	+	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot		+	+								+	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) G.F.O. Müller	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+
<i>Stauroneis acuta</i> W. Smith	+	+	+			+						+
◆ <i>Surirella angustata</i> Kützing									+			
◆ <i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	+	+	+	+		+			+	+		
Chrysophyceae												
◆ <i>Salpingoeca frequentissima</i> (Zacharias) Lemmermann		+	+	+								
Tribophyceae (= Xanthophyceae)												
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher				+						+		
CHLOROPHYTA												
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	+	+	+	Δ	Δ	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chlamydomonas</i> sp.	+											
<i>Closteriopsis acicularis</i> (G.M. Smith) Belcher & Swale			Δ	+	+	Δ	Δ	+	+			
◆ <i>Closterium acerosum</i> (Schröder) Ehrenberg ex Ralfs	+					+			+			
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs												+
<i>Draparnaldia mutabilis</i> (Roth) Bory								+				
◆ <i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg					+							
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	+	+										
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	+											
<i>Mougeotia</i> sp.		+		+	+	+	+			+		
<i>Oedogonium</i> sp.	+							+				
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	+											
◆ <i>Oocystis solitaria</i> Wittrock	+	+	+									
◆ <i>Planctonema lauterbornii</i> Schmidle	+		+	+								
◆ <i>Scenedesmus abundans</i> (O. Kirchner) Chodat						+						
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat												+
<i>Spirogyra</i> sp.			+									
<i>Staurastrum brachioprominens</i> Börgesen	+	+	+	+	+							
<i>Staurastrum crenulatum</i> var. <i>britannicum</i> Messikommer		+	+		+					+	+	+
<i>Ulothrix tenerrima</i> (Kützing) Kützing				+			+					
DINOPHYTA												
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Dujardin	▲	+	+	+					+	+	+	+
CRYPTOPHYTA												
◆ <i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg												+
EUGLENOPHYTA												
<i>Phacus tortus</i> (Lemmermann) Skvortsov		+										
◆ <i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	+	+										

Tartışma ve Sonuç

Karağöl'ün aylara göre ortalama derinlik değişimlerine bakıldığında, su seviyesi Ocak ve Şubat aylarında yağışların etkisiyle artış göstermiş, Mart ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Ancak göl suyunun seviyesi deşarj kanalı ile kontrol edildiğinden belirli bir sınırın üzerine çıkamamaktadır. Yaz aylarında hava sıcaklığının artması ile birlikte buharlaşmanın artması ve göle dökülen derenin de kurumasıyla su seviyesi düşmeye başlamış olup, Ağustos ayında en düşük değerlere ulaşmıştır. Ayrıca gölün doğu kesimi (2.istasyon) gölü

besleyen küçük bir derenin getirdiği erozyon materyalinin burada birikmesi sonucu oldukça sığlaşmış ve makrofitlerin iyi geliştiği geniş bir littoral bölge oluşmuştur.

Şubat ayında ölçülen düşük ışık geçirgenliği değerlerinin nedeni, göl çevresinden rüzgarların ve yağışların göle taşıdığı dış kaynaklı materyal olabilir. Buna ek olarak, Aralık-Ocak aylarında donmuş olan göl aynasının içinde ve üzerinde bulunan materyalin sonraki aylarda buzun erimesi ile tekrar göl suyuna karışmasının da ışık geçirgenliğinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. Mayıs ve Temmuz ayında ölçülen düşük ışık geçirgenliği değerlerinin sebebi ise bu

aylarda su sıcaklığının artışıyla birlikte *A. spiroides* ve *M. aeruginosa* (Cyanophyta) türlerinin aşırı çoğalmalarıdır. Bu çalışmada, Aralık ayında su sıcaklık değerlerinin 4°C'nin altına indiği tespit edilmiş ve göl aynasının buz tuttuğu görülmüştür. Su sıcaklığı ölçümlerine göre Aralık ve Ocak aylarında su sıcaklığının minimum değerlere ulaşmasıyla birlikte, maksimum çözülmüş oksijen değerleri beklenirken bu durum gerçekleşmemiştir. Bunun sebebi olarak, bu aylarda göl aynasının büyük bir bölümünün donarak, göl suyunun atmosferle ilişkisinin kesilmesi ve kalın buz tabakasının (>5 cm) suya giren ışık miktarını engellemesiyle birlikte, fotosentez sonucu oluşan oksijen miktarının da azalması düşünülebilir. Mart ayında ise gölün üzerindeki buz tabakasının erimesiyle yüzey suyunda maksimum çözülmüş oksijen değerleri ölçülmüştür. Ekim ayında ölçülen minimum çözülmüş oksijen değerlerinin sebebi ise, aşırı üremiş olan alglerin (*A. formosa*) gece gerçekleştirdikleri solunum ile oksijeni iyice azaltmasından ileri gelebilir.

Karagöl'ün ortalama pH değerlerine göre göl suyu alkali bir karakter taşımaktadır. Bu tespitler Güner (1969) ve Ustaoglu (1986) çalışmalarında bildirdikleri değerlerle paralellik göstermektedir. Sudaki iyon miktarının artmasıyla suyun elektrik akımına gösterdiği direnç de azalır. Su sıcaklığının artışı nedeniyle meydana gelen buharlaşma ve suda bulunan iyonların çözünürlüğünün artmasıyla E.İ. de artmaktadır (Wetzel 1975). Karagöl'de El değerlerinin Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ miktarlarının yüksek olduğu Ekim ayında, en fazla değerlere ulaştığı saptanmıştır. Su sıcaklığının oldukça düştüğü ve buharlaşmanın azaldığı Şubat ayında ise El en düşük değere ulaşmıştır. Örnekleme periyodu süresince ortalama Ca⁺⁺ miktarlarının, ortalama Mg⁺⁺ miktarlarından fazla olduğu saptanmıştır. Wetzel (1975) ılıman kuşaktaki açık göl sistemlerinin kalsiyum bakımından zengin olduğunu bildirmesi bu durumu kısmen açıklığa kavuşturmuştur.

Klorofil a miktarı birçok araştırmacı tarafından göllerin trofik sınıflandırılmasında kullanılan bir parametredir (Carlson 1977, Sakamoto 1966). Karagöl'de klorofil a miktarı fitoplankton çoğalmalarına bağlı olarak Kasım ve Mart ayında olmak üzere iki kez üst seviyelere yükselmiştir. Sakamoto (1966) Klorofil a derecesini ötrof göller için 5-140 µg/lit, mezotrof göller için 1-15 µg/lit ve oligotrof göller için 0.3-2.5 µg/lit olarak bildirmiştir. Bu durumda Karagöl'ün klorofil a ölçümlerine göre (9.30 µg/lit-0.90 µg/lit) daha çok mezotrof veya ötrof karakterde olduğu söylenebilir.

Fotosentez yapan canlıların çoğu azotu nitrat ya da amonyak olarak absorbe etmektedir (Chapman ve Reiss 1999). Sürekli çevrim halindeki azotlu bileşiklerden amonyum nitrifikasyon ile nitrite, nitrit de oksidasyon ile nitrate dönüşür ve azot miktarı göl içinde mevsimlere göre değişim gösterir (Wetzel 1975). Karagöl'de ortalama NH₄-N değerleri Ekim, Ocak ve Haziran aylarında belirgin şekilde artmıştır. Ustaoglu (1986) Karagöl'ün ilkbahar ve sonbahar aylarında sirkülasyon yapan ve maksimum derinliğe kadar karışan dimiktik ve holomiktik bir göl olduğunu bildirmiştir. Ötrofik göllerin dip sularının NH₄-N bakımından yüzey suyuna göre daha zengin olduğu bilinmektedir (Wetzel 1975). Bu durumda Ekim ayında saptanan yüksek NH₄-N değerlerine, sonbahar sirkülasyonu

sırasında NH₄-N bakımından zengin dip sularının yüzey sularına karışmasının sebep olduğu düşünülebilir. Ocak ayında ise NH₄-N değerleri nispeten düşük bir artış göstermiştir. Kış stagnasyonunun gerçekleştiği ve gölün buz tuttuğu bu ayda fitoplankton veya zooplankton yıkımı sonucu oluşan besin tuzu artışı buna neden olmuş olabilir. Ocak ayında klorofil a değerlerinin düşük seyretmesi bu düşüncüyü desteklemektedir. Ayrıca Harper (1992) ötrofik göllerde aşırı çoğalmış alglerin veya zooplanktonun yıkımı sonucu göl suyunda besin tuzu artışı olduğunu bildirmiştir. Haziran ayında da klorofil a değerlerinin oldukça düşük seyretmesi, bu ayda gerçekleşen NH₄-N artışında, Ocak ayında gerçekleşen benzer süreçlerin rol oynadığını göstermektedir. Örnekleme periyodu boyunca ortalama NO₂-N+NO₃-N değerleri Kasım-Temmuz aylarında en yüksek seviyelere ulaşmıştır. Egemen ve Sunlu (1999) fitoplankton tarafından kullanılmayan amonyumun nitrifikasyon sürecinde hızlı bir şekilde yükseltgenerek nitrite ve daha sonra nitrate dönüştüğünü bildirmişlerdir. Bu durumda, Kasım ve Temmuz aylarında NO₂-N+NO₃-N miktarlarında meydana gelen artış, Eylül ve Haziran aylarında göl suyunda bulunan amonyumun nitrifikasyon sürecine maruz kalması ile açıklanabilir.

Karagöl'ün yüzey sularında ölçülen ortalama SiO₂-Si değerlerinin Ağustos ve Mart aylarında yüksek, Nisan-Temmuz arasındaki aylarda ise oldukça düşük miktarlarda tespit edilmiştir. Ağustos-Kasım ayları ve Şubat-Nisan ayları arasında olmak üzere iki ayrı dönemde, yüzey sularında ölçülen SiO₂-Si miktarlarında belirgin bir düşme süreci saptanmıştır. Bu düşme sürecin başlıca sebebi olarak, hem sonbahar hem de ilkbahar aylarında fitoplanktonda dominant olan ve ani çoğalmaları gözlenen diyatomların (*A. formosa*) silikatı tüketmesi öngörülmektedir. Bu öngörüye destekler nitelikte, Lund (1949, 1950) *A. formosa* türünün İngiltere göller bölgesindeki çok verimli göllerin planktonunda, hem ilkbahar hem de sonbahar aylarında maksimum çoğalma meydana getirdiğini ve bu çoğalma dönemlerinde etraftaki göl suyundan ana anyonların (çözülmüş nitrat, fosfat ve silikat) çekilmesine neden olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada, Karagöl'de alglerin mevsimsel belirlenimleri incelendiğinde, sonbahar, kış ve ilkbaharın ortalarına kadar olan ve ortalama su sıcaklığının 15°C'nin altında olduğu dönemde diyatomların (Bacillariophyceae) dominant olduğu ve zaman zaman Chlorophyta üyelerinin subdominant olarak eşlik ettiği bir alg kompozisyonu saptanmıştır. Bunu izleyen ve su sıcaklığının arttığı (>15°C) ilkbahar sonu-yaz-sonbahar başını kapsayan dönemde ise Cyanophyta üyelerinin dominant ve subdominant olduğu görülmüştür. Zhang ve Prepas (1996) dört ötrofik gölde, planktonik diyatomlar (Bacillariophyceae) ve siyanobakterilerin (Cyanophyceae) dominantlığını düzenleyen süreçler üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında, su sıcaklığının (<15°C) ve su sütunu istikrarının düşük olduğu dönemlerde diyatomların ve kısmen de olsa Chlorophyta türlerinin dominant olduğunu, su sıcaklığının ve su sütunu istikrarının yüksek olduğu dönemlerde ise siyanobakterilerin dominant olduğunu bildirmiş olmaları bulgularımızı desteklemektedir.

Karagöl'de Bacillariophyceae üyelerinden özellikle

A. formosa türünün Eylül-Nisan aylarını kapsayan uzun bir periyotta dominant olduğu, hem sonbahar (Kasım) hem de ilkbaharda (Mart) populasyonlarında iki kez ani artış olduğu tespit edilmiştir. Lund (1949) *A. formosa* türünün İngiltere göller bölgesindeki çok verimli göllerin planktonunda, hem ilkbahar hem de sonbahar aylarında maksimum çoğalma meydana getirdiğini, Reynolds ve diğ. (2002) ise yine aynı türün karışım gösteren küçük ve orta çaptaki ötrofik göllerin belirteci olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, Krivtsov ve diğ. (2000) tarafından *A. formosa* türünün nütriyent sınırlamasının olduğu şartlarda bile hücre metabolizması ve kompozisyonunda yaptığı değişikliklerle gelişimini devam ettirdiğini ifade etmesi, bu türün Karagöl'ün fitoplanktonunda uzunca bir süre dominant oluşuna kısmen açıklık getirmektedir. Gölde sık rastlanan diğer bazı Bacillariophyceae üyelerinden *F. ulna* var. *ulna* ve *A. granulata* var. *angustissima* ötrof göllerin karakteristik türleridir (Hustedt 1930, 1945).

Reynolds ve diğ. (2002)'in temiz epilimnion tabakasına sahip gölleri tercih ettiğini ve bulanıklığa toleranslı olduğunu bildirdikleri Chlorophyta bölümünden *B. braunii* örnekleme süresince Temmuz ayı hariç diğer bütün aylarda tespit edilmiş ve Kasım-Aralık aylarında fitoplanktonda subdominant takson olarak saptanmıştır. Bu çalışmada, özellikle pH değerlerinin nispeten düşük olduğu Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında, Cirik ve Cirik (1999) tarafından daha çok asitli suları tercih ettiği bildirilen Desmidiaceae familyasından *S. brachioprominens*, *S. crenulatum* var. *britannicum* taksonlarına sıklıkla rastlanmıştır. Diğer taraftan, Karagöl'ün alg kompozisyonunda Desmidiaceae üyelerinin nispeten çok az taksonla temsil edildiği saptanmıştır. Palmer (1980) Desmidiaceae türlerinin çoğunun oligotrof sularda, çok azının ise ötrofik sularda bulunabildiğini bildirmiştir. Karagöl'de tespit edilen *E. elegans*, *S. schroeteri*, *O. solitaria*, *M. contortum*, *P. boryanum*, *P.*

lauterbornii, *Mougeotia* sp. Cirik-Altındağ (1984) tarafından ötrofik olarak karakterize edilen Marmara Gölü'nden de rapor edilmiştir.

Karagöl'de 18 takson ile temsil edilen Cyanophyta üyelerinden *A. spiroides*, *A. circinalis*, *A. flos-aquae*, *M. aeruginosa* türleri ise, su sıcaklığının yüksek olduğu Mayıs ayında Ekim ayına kadar olan dönemde dominant ve subdominant taksonlar olarak saptanmışlardır. Bu türlere başlıca *A. planctonica*, *G. amphibium*, *L. valderiae*, *M. glauca*, *M. punctata* gibi taksonlar eşlik etmişlerdir. Zhang ve Prepas (1996) dört ayrı ötrofik gölden ve Cirik-Altındağ (1982) ötrofik karakterli olduğunu bildirdiği Marmara Gölü'nden benzer türleri fitoplanktonda dominant olarak rapor etmişlerdir.

Karagöl'de Dinophyta bölümünün tek temsilcisi olarak saptanan *C. hirundinella* Aralık-Mart ayları arası hariç diğer aylarda gözlemlenmiş ve Ağustos ayında dominant takson olarak tespit edilmiştir. Reynolds ve diğ. (2002) bu türün yaz aylarında ötrofik göllerin epilimnionunda bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Yine Cryptophyta (1 takson) ve Euglenophyta (2 takson) mikroflorada az sayıda taksonla temsil edilen bölümler olmuşlardır. Wetzel (1975)'in daha çok organik maddece zengin sığ sularda bulunduğunu bildirdiği Euglenophyta üyelerinden *P. tortus*, *P. longicauda* türleri sadece sucul makrofitlerin bol bulunduğu 2. istasyonda saptanmıştır.

Sonuç olarak, elde edilen tüm biyolojik ve fiziko-kimyasal verilere göre, alg kompozisyonuna Chromophyta (~%96'sı Bacillariophyceae), Chlorophyta ve Cyanophyta taksonları baskın olan Karagöl'ün, yılın büyük bir bölümünde ötrofik karakter sergilediği belirlenmiştir. Ancak, Karagöl'ün sürekli ve yoğun bir kirletici kaynağın etkisi altında olmadığı ve zaman içinde tüm doğal göllere özgü, yavaş ilerleyen bir evölüsyon geçirdiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Albay, M., R. Akcaalan. 2003. Factors determining the phytoplankton steady state assemblages in a drinking-water reservoir (Ömerli reservoir, Istanbul). *Hydrobiologia* 502 (Dev. Hydrobiol. 172): 85-95.
- Apha, Awwa, Wpof. 1995. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th ed.
- Aykulu, G., O. Obalı, A. Gönülol. 1983. Ankara çevresindeki bazı göllerde fitoplanktonun yayılışı. *Doğa Bilim Der., Temel Bilimler*, 7 : 277-288.
- Aysel, V. 2005. Check-List of the Freshwater Algae of Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 11 (1): 5-128.
- Aysel, V., U. Gezerler-Şipal, F. Aysel, H. Erduğan. 2002. İzmir ilinde (Türkiye) Yayılış Gösteren *Oedogonium* Link Türleri. *E.Ü. Su Ürün. Der.*, 19, (3-4): 277 - 287.
- Bourrelly, P. 1968. Les Algues d'eau douce . Initiation à la systématique. Tome 2 : Les Algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Paris, Boubée éd., 1- 438, 114 pl., 1tabl.
- Bourrelly, P. 1970. Les Algues d'eau douce . Initiation à la systématique. Tome 3 : Les Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Périidiniens et Cryptomonadines. Paris, Boubée éd., 1-512, 137 pl.
- Bourrelly, P., A. Couté. 1991. Desmidiées de Madagascar (Chlorophyta, Zygothecae), *Bibliotheca Phycologica*, Band 86, 348 p., 64 pl.
- Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. 22:361-369.
- Carlson, R.E., J. Simpson. 1996. A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society. 96 pp.
- Chapman, J.L., M.J. Reis. 1999. Ecology, Principles and Applications, Cambridge University Press, 330p.
- Cirik-Altındağ, S. 1982. Manisa - Marmara Gölü Fitoplanktonu. I - Cyanophyta, *Doğa Bilim Der., Temel Bilimler*, 6 (3) : 67-81.
- Cirik-Altındağ, S. 1984. Manisa - Marmara Gölü Fitoplanktonu. III - Chlorophyta, *Doğa Bilim Der., A₂*, 8 (1) : 1-18.
- Cirik, S., Ş. Cirik. 1989. Algues Planctiques Du Lac Karagöl-Yamanlar İzmir. I. Cyanophytes, Euglenophytes, Phyrophytes, et Chlorophytes, *Journal of Science Ege University*, Vol, 11, No:2.
- Cirik, S., Ş. Cirik. 1990. Karagöl'ün (Yamanlar/ İzmir) Planktonik Algleri II. Chrysophyta *Journal of Faculty of Science Ege University*, Vol, 12, No:1.
- Cirik, S., Ş. Cirik. 1999. Limnoloji (III. Baskı), E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:21,166s.
- Compère, P. 1986. Flore Pratique des Algues D'eau Douce de Belgique. 1. Cyanophyceae. *Jardin Botanique National de Belgique*.
- Czurda, V. 1932. Zygnematales, Heft:9, [in Die Süswasser-Flora Von Deutschlands, Österreich und der Schweiz, Pascher, A(ed.)]. Jena Verlag Von Gustav Fischer, 232 p.
- Çelik, K., T. Ongun. 2008. Spatial and temporal dynamics of the steady-state phytoplankton assemblages in a temperate shallow hypertrophic lake (Lake Manyas, Turkey). *Limnology*. 9 (2):115-123
- Çetin A.K., B. Şen. 2004. Seasonal distribution of phytoplankton in Orduzu dam lake (Malatya, Turkey), *Türk J Bot*, 28 : 279-28.
- Çevik, F., B.A. Whitton, O. Öztürk. 2007. A New Genus Record for the Freshwater Algal Flora of Turkey. *Türk J Bo t*, 31: 149-152.
- Desikachary, I. V. 1959. Cyanophyta. I. C. A. R., New Delhi, 685p.
- Egemen, Ö., U. Sunlu. 1999. Su Kalitesi. E.Ü. Su Ürün. Fak. Yayınları, No: 14, 148 p.
- Fott, B. 1969. Studies in Phycology, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Geldiay, R. 1949. Çubuk Barajı ve Emir Gölünün Makro ve Mikro Faunasının Mukayeseli İncelemesi. *Ank. Univ., Fen Fak. Mecm.*, Cilt 2, 106s.

- Geldiay, R., I.U. Tareen. 1972. Preliminary Survey of Gölçük, A Eutrophic Mountain Lake in Western Turkey. E.Ü. Fen Fak. İlimi Raporlar Serisi, No: 138, 21 s.
- Gessner, F. 1957. Van Gölü Zur Limnologie Des Grossen Soda-Sees in Ostalolien (Turkei). Arch. F. Hydrobiol., 53, 1: 1-22.
- Gönülol, A., O. Çomak. 1992. Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü, Uzun Göl) fitoplanktonu üzerinde floristik araştırmalar. I -Cyanophyta, Doğa Tr. J. of Botany 16 : 223-245.
- Gönülol, A., M. Öztürk, M. Öztürk. 1996, A Check-List of The Freshwater Algae of Turkey. Ondokuz Mayıs Üniv. Fen-Ed. Fak. Fen Der. 7 (1) : 8-46.
- Güner, H. 1969. Karagöl' ün Makro ve Mikro Vejetasyonu Hakkında Ön Çalışmalar, E.Ü. Fen Fak. İlimi Rap. Ser. No:65, 33s.
- Harper, D. 1992. Eutrophication of Freshwaters: Principles, Problems and Restoration, First Edition, Chapman & Hall, London., 334p.
- Heering, W. 1914. Chlorophyceae III. Ulothrichales, Microsporales, Oedogoniales. Heft 6, [in Die Süswasser-Flora Von Deutschlands, Österreich und der Schweiz, Pascher, A(ed.)]. Jena Verlag Von Gustav Fischer., 250 p.
- Huber-Pestalozzi, G. 1938. Das Phytoplankton des Süswassers. (Die Binnengewässer, Band XVI). Teil 1. Blaualgen, Bakterien, Pilze. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. 1941. Das Phytoplankton des Süswassers. (Die Binnengewässer, Band XVI). Teil 2. (i) Chrysophyceen, Farblose Flagellaten Heterokonten. E. Schweizerbart'sche Verlag-sbuchhandlung, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. 1942. Das Phytoplankton des Süswassers. (Die Binnengewässer, Band XVI). Teil 2. (ii). Diatomeen. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. 1961. Das Phytoplankton des Süswassers. (Die Binnengewässer, Band XVI). Teil 5. Chlorophyceae, Ordnung: Volvocales. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Huber-Pestalozzi, G. 1972. Das phytoplankton des süswassers. In Thieenemann, A. Die Binnengewässer. Chlorophyceae – Tetrasporales. 116 p., 47 pl.
- Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta Diatome Heft: 10 A Pascher Die Süswasser Flore Mitteleuropas. Ed. Gustav Fischer Pub., Jena, 466p., Germany.
- Hustedt, F. 1945. Die Diatomeenflora Norddeutscher Seen Mit Besonderer Berücksichtigung Des Holsteinischen Seen-Gebiets. Arch. Hydro. 41: 392-414.
- Kılıç, S. 1998. A Study in the Seasonal Variation of Phytoplankton in Hafik Lake (Sivas, Turkey). Tr. J. of Botany, 22: 35-41.
- Krivtsov, V., E.G. Bellinger, D.C. Sigee. 2000. Changes in the Elemental Composition of *Asterionella formosa* during the Diatom Spring Bloom, J. of Plankton Research 22(1): 169-184.
- Legnerova, J. 1969. The Systematic and Ontogenesis of Genera *Ankistrodesmus* Corda and *Monoraphidium* Gen. Nov. In: Studies in Phycology, Stuttgart. 75-144, 22 Pl.
- Lemmermann, E., J. Brunthaler, A. Pascher. 1915. Chlorophyceae II. Tetrasporales, Protococcales. Heft 5, [in Die Süswasser-Flora Von Deutschlands, Österreich und der Schweiz, Pascher, A(ed.)]. Jena Verlag Von Gustav Fischer, 250 p.
- Lund, J.W.G. 1949. Studies on *Asterionella* , I. The Origin and Nature of the Cells Producing Seasonal Maxima., J. of Ecol., 37(2):389-419.
- Lund, J.W.G. 1950. Studies on *Asterionella formosa* Hass. II.Nutrient Depletion and The Spring Maximum, J. of Ecol., 38(1): 1-35.
- Obalı, O., A. Gönülol, Ş. Dere. 1989. Algal flora in the littoral zone of Mogan lake. 19 Mayıs Üniv. Fen Der.,1 (3) : 33-53.
- Palmer, C.M. 1980. Algae and Water Pollution, Castle House Pub., London.
- Philippson, M. T. 1967. Chlorococcales. I. C. A. R., New Delhi, 365 p.
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C., L. Kruk, Naselli-Flores, S. Melo. 2002. Review, Towards A Functional Classification of the Freshwater Phytoplankton, J.of Plankton Research, 24(5): 417-428.
- Sakamoto, M. 1966. The Chlorophyll Amount in The Euphotic Zone in Some Japanese Lakes and Its Significance in the Photosynthetic Production of Phytoplankton Community. Bot. Mag. Tokyo, 79: 77-78
- Sömek, H., S. Balık, M.R. Ustaoglu. 2005. Topçam Baraj Gölü (Çine-Aydın) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimleri. Süleyman Demirel Üniv., Eğirdir Su Ürün. Fak. Dergisi, 1 (1): 26-32.
- Şahin, B. 2000. Algal flora of lakes Aygır and Balıklı (Trabzon, Turkey). Doğa Turk Journal of Botany, 24 : 35-45.
- Ustaoglu, M.R. 1986. Zooplankton (Metazoa) of the Karagöl (Yamanlar, İzmir-Turkey). Biologia Gallo-hellenica, 12: 273-281.
- West, W., G.S. West. 1904–1922. A Monograph of the British Desmidiaceae. Vols. I–V. The Ray Society, London.
- Wetzel, R.G. 1975. Limnology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 743p.
- Zhang, Y., E.E. Prepas. 1996. Regulation of the Dominance of Planctonic Diatoms and Cyanobacteria in Four Eutrophic Hardwater Lakes by Nutrients, Water Column Stability and Temperature, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 621-633.